

务实 求真 合作 争先

新闻网

工作动态

科研成果

通知公告

新闻网 工作动态

资环所薛利红团队：沼液配施废弃物水热碳化液可实现稻田氨减排

文章来源： 发布时间：2021-07-13 11:38:26 阅读：579次

畜禽粪污厌氧发酵产气并将沼液沼渣还田，是目前粪污资源化利用的一种重要方式；但沼液的高铵根浓度和碱性特征往往会增加氨挥发，进而对大气和水体环境产生负面影响。近年来，水热炭在废弃物资源化、生物能源、污水处理、土壤修复和改良等领域的研究和应用受到了广泛关注。我院资环所农业面源污染治理创新团队在废弃物水热碳化固相产物（水热炭）的农业与环境效应方面开展了系列研究工作。然而，水热碳化过程中产生的液相产物（下称水热炭液）的资源化处置有待探究。水热炭液含有大量营养元素，包括N，P，K以及有机酸等，同时富含可溶性生物炭和微纳炭颗粒，且一般呈弱酸性特征。本团队假设使用酸性水热炭液耦合碱性沼液替代尿素还田，可实现营养成分的循环利用并可能减少氨挥发排放。初步实验结果验证了上述假设；同时，关于氨减排的相关机制还有待后续研究进一步系统分析。上述研究结果近期发表在环境领域知名刊物*Environmental Pollution* (2021, IF 8.071)和*Chemosphere* (2021, IF 7.086)。

实验1：沼液耦合水热炭液对稻田氨挥发产生影响

选用猪粪与麦秆厌氧发酵过后产生的沼液（BS，pH=7.4）；水热炭液（HP，pH=5.6）则由牛粪在水热反应条件下制备而来。按照两种液体总氮比BS：HP=9:1和4:1分别替代50%，75%和100%的尿素，施加入土柱培养体系内开展水稻全生育周期观测。处理编号分别为BCL50，BCL75和BCL100（BS：HP=9:1）；BCH50，BCH75和BCH100（BS：HP=4:1）以及对照组CKU（尿素对照处理）。

结果表明，低量水热炭液配比的BCL处理和高量水热炭液配比的BCH处理在整个水稻生育期内对氨挥发减排量分别为4.25%-65.5%和26.4-56.8%（图1）。在基肥期（BF），对比CKU处理，仅有BCL75处理增加了水稻土壤的氨挥发；在分蘖肥期（SF1）和穗肥期（SF2），BCL和BCH处理之间，相同尿素替代处理之间没有显著性差异。BS和HP可视为液体肥料，每次施加还田的初期（第1-3天），由于大量 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 进入土水体系，促进了氨挥发的排放。随着时间推移（第4-7天）氨挥发逐渐减少。而由于沼液和水热炭液中的丰富的腐殖酸和富里酸等有机酸的存在，会为尿素水解提供 H^+ ，减少土水体系 H^+ 的消耗，进而减少氨挥发排放速率。

通过拟合发现（图2），稻田氨挥发与田面水的pH和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度呈现正相关关系。此外，两种液体肥料替代尿素施加入土壤中可降低土壤脲酶活性，这可能也是氨挥发降低的原因之一。

一。未来应进一步优化配比和尿素替代比例，以实现更大的环境和经济效益。

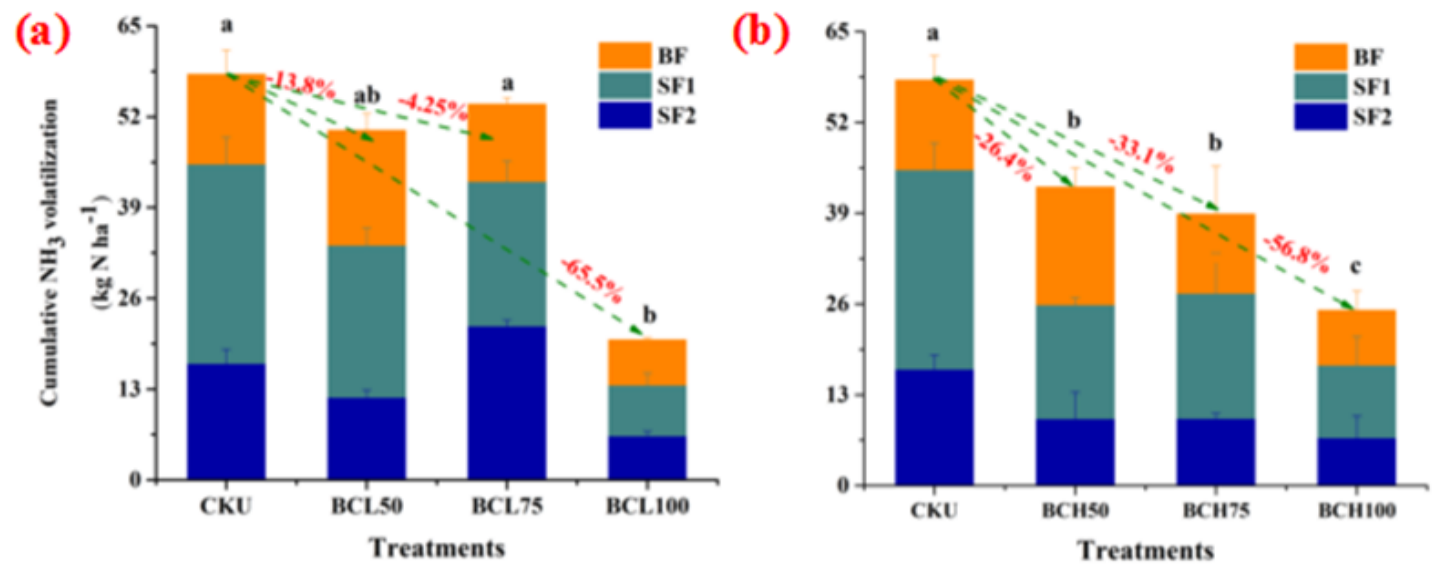


图1. 稻田氨挥发累积排放量 (BF: 基肥期; SF1: 分蘖肥期; SF2: 穗肥期)

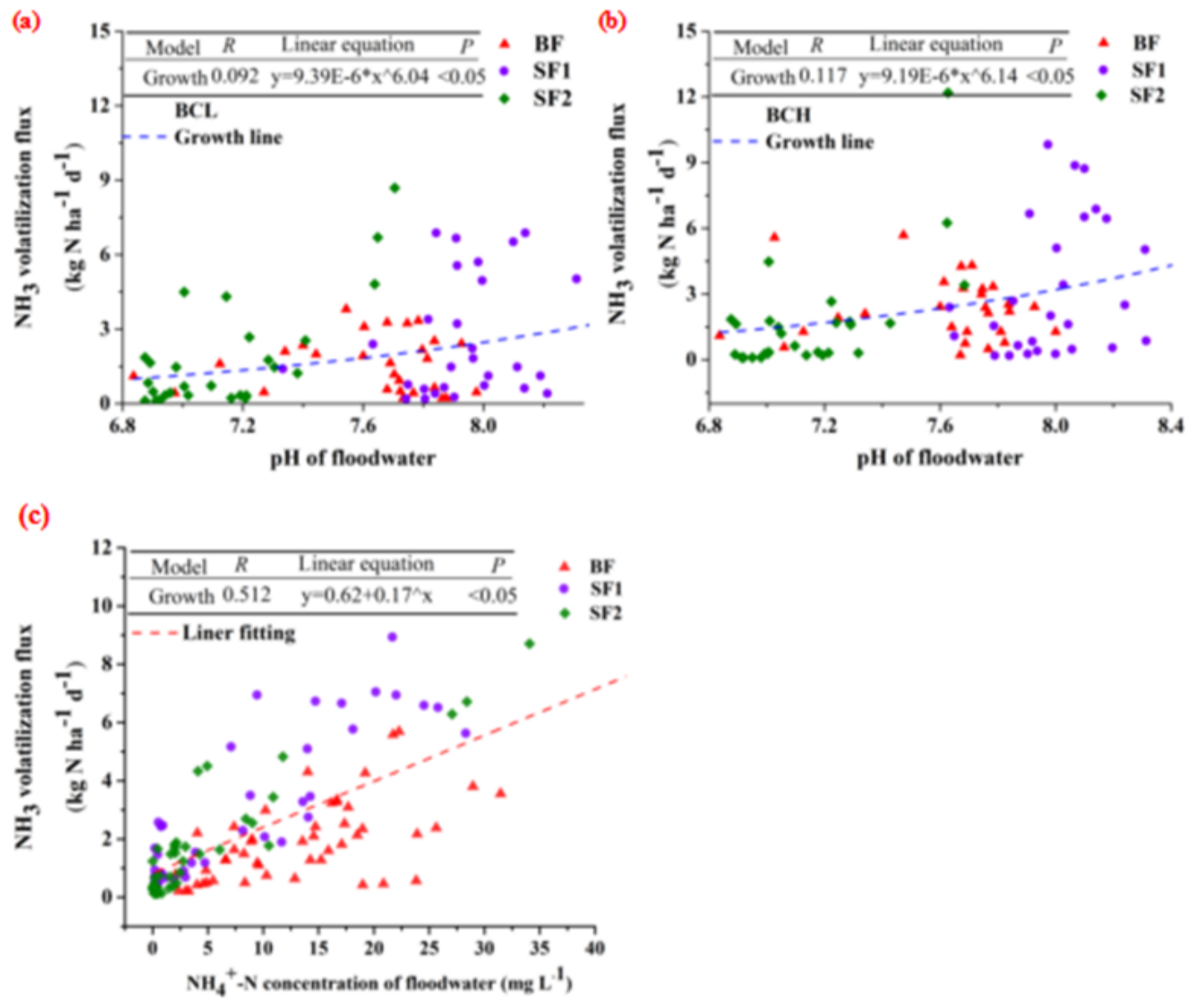


图2. 稻田田面水pH和NH₄⁺-N浓度与氨挥发通量的拟合曲线

实验2: 不同水热炭液直接还田对水稻生长和水土铵硝动态产生影响

为了验证不同原料、不同关键制备参数的水热炭液对水稻生长和水土铵硝动态的影响，实验选取林业副产物杨树锯末和农业副产物小麦秸秆通过水热碳化技术制备水热炭液，水热反应温度分别为220和260℃。得到的四种水热炭液分别为锯末水热炭液SHC220-L，SHC260-L和麦秆水热炭液WHC220-L，WHC260-L。

研究发现，四种水热炭液在施加进入稻田以后对稻田氨挥发具有不同的影响。在三个肥期均呈现先升高后降低的趋势。处理中累积的NH₃挥发量为66.8 kg·(ha·d)⁻¹至106 kg·

(ha·d)⁻¹，占施氮量的27.9%-44.4%。在低温下制备的水热炭液使NH₃的累积排放减少7.6%-11.2%。结果表明，pH值、地表水NH₄⁺-N浓度、TOC、尿素酶活性和AOA基因丰度每增加一个单位，NH₃挥发量将分别变化0.245、0.627、-0.190、0.574和-0.038个单位。若将养分替代因素考虑在内，可望实现氨挥发更大幅度减排。

施加炭液对水稻产量产生积极影响。与对照CKU相比，不同水热炭液的施加使水稻籽粒产量增加4.3%-26.0%，特别是WHC260-L处理显着提高了水稻产量 ($P < 0.05$)。本研究为水热炭化液相产物的资源化处置提供了新思路。

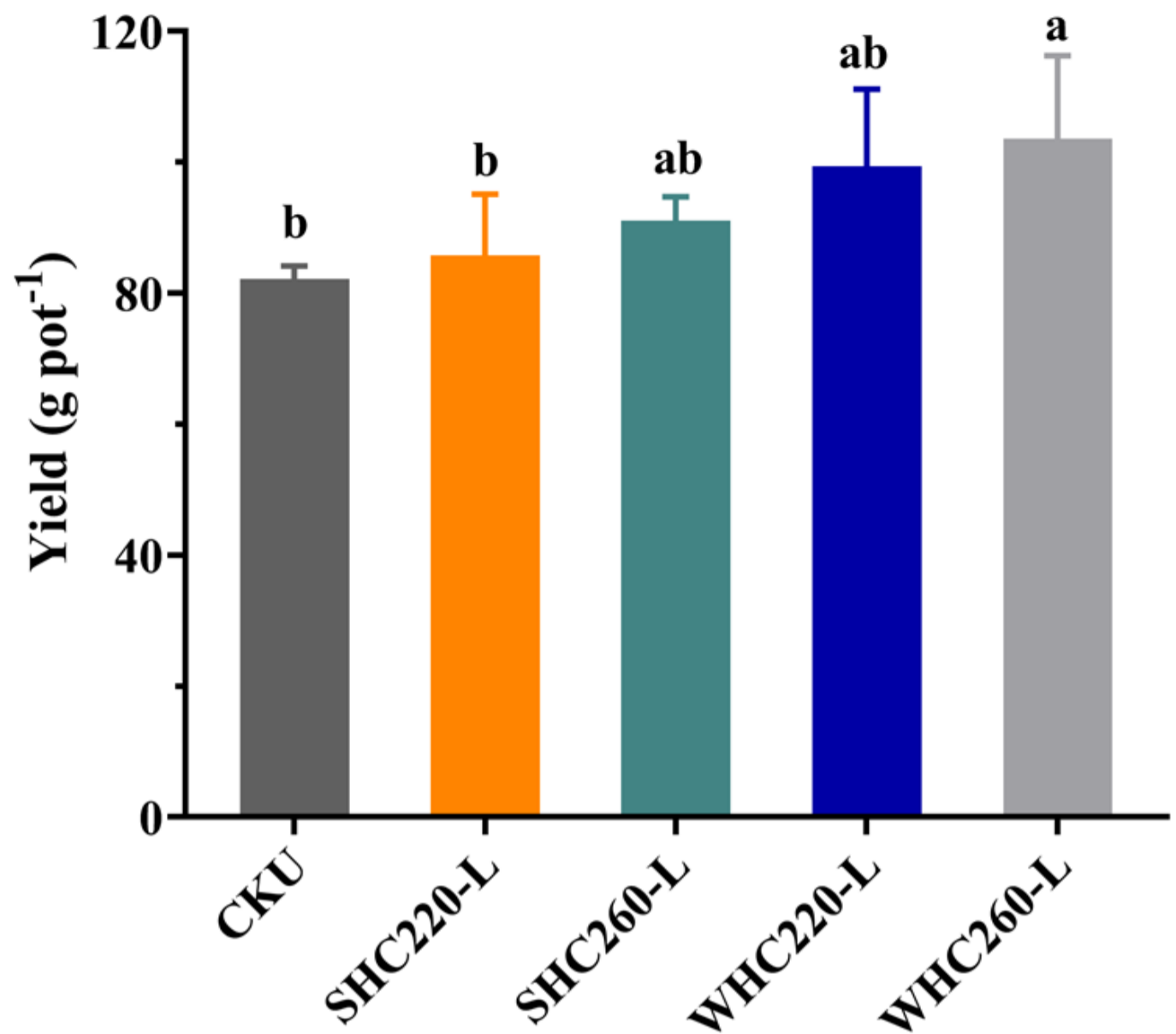


图3. 施加不同水热炭液对水稻产量的影响

以上研究主要得到了冯彦房主持的国家自然科学基金面上项目（41877090）、国家重点研发计划课题（2018YFD0800206）以及薛利红主持的江苏省农业自主创新课题（CX(19)1007）等科研项目的支持。硕士研究生李德天、何华勇参与了实验的采样分析和论文起草工作。多名实习生参与了采样工作，在此一并致谢。

相关论文信息：

Li, D., Cheng, Y., Li, T., Sun, H., Xue, L., Cui, H., Feng, Y.*, Yang, L., Chu, Q. 2021a. Co-application of biogas slurry and hydrothermal carbonization aqueous phase substitutes urea as the nitrogen fertilizer and mitigates ammonia volatilization from paddy soil. **Environmental Pollution**, 287, 117340.

Feng, Y., He, H., Li, D., He, S., Yang, B., Xue, L.*, Chu, Q. 2021a. Biowaste Hydrothermal Carbonization Aqueous Product Application in Rice Paddy: Focus on rice growth and ammonia volatilization.

Chemosphere, 277, 130233.

友情链接

-- 农业农村部 --

-- 科技部 --

-- 江苏省农业科学院网站 --

-- 江苏省农委 --